

# Fyziologická a patogenní mikroflóra kůže

Monika Muchová

---

Bakalářská práce  
2017



Univerzita Tomáše Bati  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky  
akademický rok: 2016/2017

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

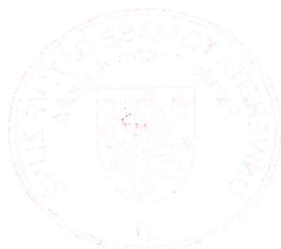
Jméno a příjmení: **Monika Muchová**  
Osobní číslo: **T14284**  
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie výroby tuků, kosmetiky a detergentů**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Fyziologická a patogenní mikroflóra kůže**

Zásady pro vypracování:

### Teoretická část

1. Kůže jako prostředí pro mikroorganismy.
2. Fyziologická mikroflóra kůže. Charakteristika skupin a druhů.
3. Patogenní mikroorganismy na kůži. Onemocnění kůže vyvolaná mikroorganismy.



Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. **GEIS, P. A. Cosmetic Microbiology: A Practical Approach. New York: Taylor & Francis Group, 2006. 295 p. ISBN 978-0-8493-1453-7.**
2. **ORTH, D. S., DENYER, S. P., KABARA, J. J. Cosmetic and Drug Microbiology. New York: Informa Health Care, 2006. 375 p. ISBN 978-0-8493-7266-7.**
3. **NOBLE, W. C. The Skin Microflora and Microbial Skin Disease. Cambridge University Press, 2004. 404 p. ISBN 9780521612067.**

Vedoucí bakalářské práce:

**RNDr. Iva Čermáková, Ph.D.**

Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky

Datum zadání bakalářské práce:

**3. února 2017**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**19. května 2017**

Ve Zlíně dne 3. února 2017



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.  
*děkan*



doc. Ing. Marián Lehocký, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

Příjmení a jméno: Muchová Miroslava

Obor: TVTKD

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 15.5.2017

Muchová

<sup>1)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>2)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

<sup>3)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výtěžku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výtěžku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Lidská pokožka je fyziologicky osídlena rozmanitými druhy mikroorganismů. Osídlení pokožky je značně individuální a vyvíjí se v průběhu života a také vlivem vnějších podmínek. Bakterie přítomné na povrchu lidské kůže hrají důležitou roli v obraně před patogenními mikroorganismy a výrazně tím také ovlivňují vývoj našeho imunitního systému.

Klíčová slova: kůže, mikroflóra, patogenní mikroorganismy, imunita, kožní onemocnění

## **ABSTRACT**

Human skin is physiologically populated with a variety of microorganisms. The settlement of the skin is highly individual and develops over the course of life and also due to external conditions. Bacteria present on the surface of human skin play an important role in the defense against pathogenic microorganisms and also significantly affect the development of our immune system.

Keywords: skin, microflora, pathogenic microorganisms, immunity, skin disease

Ráda bych poděkovala vedoucí bakalářské práce paní RNDr. Ivě Čermákové, Ph.D. za čas a poskytnutí cenných informací a materiálu ke zhotovení bakalářské práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

ÚVOD.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST.....	11
1 KŮŽE JAKO PROSTŘEDÍ PRO MIKROORGANIZMY.....	12
1.1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA KŮŽE.....	12
1.1.1 <i>Epidermis</i> .....	12
1.1.2 <i>Dermis</i> .....	14
1.1.3 <i>Subcutis</i> .....	14
1.2 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ VÝSKYT MIKROORGANISMŮ NA KŮŽI.....	14
1.2.1 pH prostředí.....	15
1.2.2 Topografie .....	16
1.2.3 Hostitelské faktory .....	17
1.2.4 Faktory z prostředí .....	17
1.3 BIOFILM .....	17
2 METODY STANOVENÍ KOŽNÍ MIKROFLÓRY .....	20
2.1 MOLEKULÁRNÍ ANALÝZA .....	21
2.1.1 Porovnávání variability mikroflóry na různých místech pokožky .....	21
2.1.2 Variabilita kožní mikroflóry v populaci.....	22
3 FYZIOLOGICKÁ MIKROFLÓRA KŮŽE. CHARAKTERISTIKA SKUPIN A DRUHŮ .....	24
3.1 VÝZNAM REZIDENTNÍ MIKROFLÓRY .....	24
3.2 SLOŽENÍ BAKTERIÁLNÍ MIKROFLÓRY .....	25
3.3 TYPICKÁ KOŽNÍ MIKROFLÓRA .....	26
3.4 ROD <i>STAPHYLOCOCCUS</i> .....	27
3.4.1 Obecná charakteristika .....	27
3.4.2 Stafylokoky na kůži.....	27
3.5 ROD <i>MICROCOCCUS</i> .....	28
3.5.1 Obecná charakteristika .....	28
3.5.2 Výskyt rodu <i>Micrococcus</i> na kůži.....	28
3.6 ROD <i>PROPIONIBACTERIUM</i> .....	29
3.6.1 Obecná charakteristika .....	29
3.6.2 Výskyt rodu <i>Propionibacterium</i> na kůži.....	29
3.7 KORYNEFORMNÍ BAKTERIE .....	30
3.7.1 Obecná charakteristika .....	30
3.7.2 Výskyt koryneformních bakterií na kůži.....	30
3.8 ROD <i>SARCINA</i> .....	30
3.8.1 Obecná charakteristika .....	30
3.9 ROD <i>ACINETOBACTER</i> .....	30
3.9.1 Obecná charakteristika .....	30
4 PATOGENNÍ MIKROORGANISMY NA KŮŽI. ONEMOCNĚNÍ KŮŽE VYVOLANÁ MIKROORGANISMY .....	31



4.1	NEJČASTĚJŠÍ PATOGENNÍ MIKROORGANIZMY NA KŮŽI .....	32
4.2	NEJČASTĚJŠÍ KOŽNÍ ONEMOCNĚNÍ VYVOLANÉ MIKROORGANIZMY .....	33
4.2.1	Primární bakteriální kožní infekce .....	34
4.2.2	Sekundární infekce kožních lézí .....	38
4.2.3	Kožní projevy systémových bakteriálních infekcí .....	39
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>42</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>43</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>49</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>50</b>

## ÚVOD

Již od narození je člověk postupně osidlován řadou různých druhů mikroorganismů, které pak trvale nebo dočasně kolonizují naši kůži. Mikroorganismy na kůži můžeme rozdělit do dvou skupin. První skupinou jsou mikroorganismy, které jsou schopny se zde reprodukovat a růst, ty se označují jako rezidentní. Druhou skupinou jsou mikroorganismy, které jsou schopné pouze přechodné a krátkodobé kolonizace s omezenou schopností se reprodukovat a růst, ty se označují jako tranzientní flóra. Většina rezidentních mikroorganismů žije převážně na povrchu epidermální vrstvy kůže nebo ve vlasových folikulech. Způsob přežívání kožních mikroorganismů spočívá v tvorbě biofilmů, které jim zajišťují funkční heterogenitu a potřebné podmínky prostředí. Uvnitř biofilmu se vyskytují gradienty živin, pH, obsahu kyslíku a produktů metabolismu.

Složení bakteriální mikroflóry kůže je velmi rozmanité a zastoupení jednotlivých druhů mikroorganismů je závislé na konkrétní lokalitě těla, na věku, způsobu výživy, dále na úrovni hygieny, geografické lokalitě a na řadě dalších faktorů.

I přesto, že se lidské tělo skládá z desítek miliónů buněk, tak mikroorganismy, které obývají povrch i nitro našeho organismu, je desetkrát víc. Mnohé z nich nám pomáhají. Například tranzientní mikroflóra na povrchu kůže, která tvoří ochrannou bariéru proti nejrůznějším druhům patogenních mikroorganismů, produkuje chemické látky a zásadně tím přispívají kožní přirozené imunity lidského těla.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

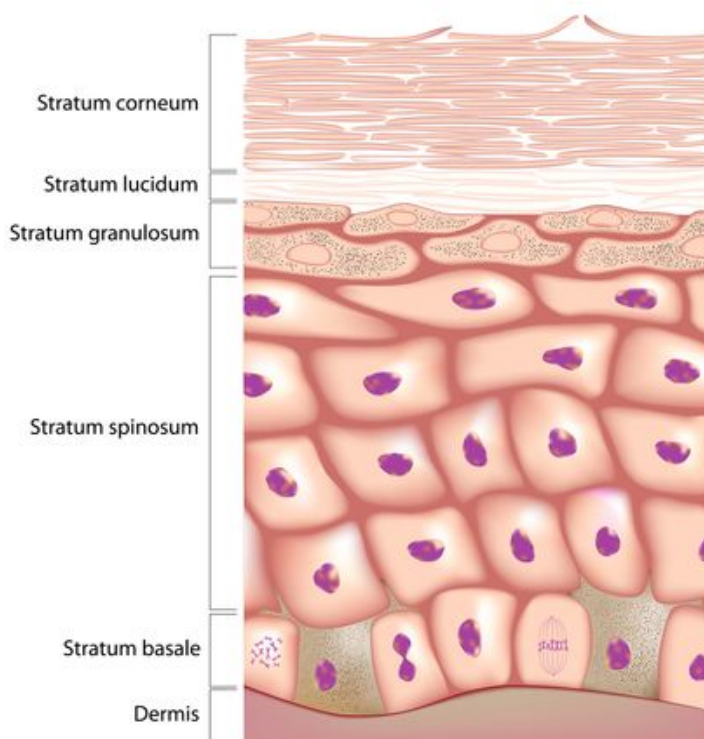
# 1 KŮŽE JAKO PROSTŘEDÍ PRO MIKROORGANIZMY

## 1.1 Obecná charakteristika kůže

Lidská kůže se skládá ze tří hlavních vrstev. Svrchní vrstva se nazývá pokožka (*epidermis*), pod ní je škára (*dermis*) a poslední vrstvou je podkožní tkáň (*subcutis*). [1]

### 1.1.1 *Epidermis*

Pokožka je tvořena několika vrstvami plochých buněk, přičemž vrstvy buněk směrem k povrchu rohovatější. Buňky v této vrstvě odumírají a jsou postupně nahrazovány buňkami z hlubších vrstev. Z hlubších vrstev se doplňují i defekty, které vznikají v kůži drobnými oděrkami a povrchovým zraněním kůže. Epidermis nemá cévy. [1] [2] Skládá se z 5 vrstev tvořených keratinocyty, které vznikají v nejspodnější bazální vrstvě epidermis a které se posouvají směrem k povrchu kůže. Tento proces se nazývá keratinizace (nebo rohovění). Tyto vrstvy se nazývají: rohová vrstva (*stratum corneum*), vrstva jasná (*stratum lucidum*), vrstva zrnitá (*stratum granulosum*), vrstva ostnitá (*stratum spinosum*) a vrstva bazální (*stratum basale*). [3] Jednotlivé vrstvy jsou znázorněny na Obr. 1:



Obr. 1: Stavba kůže [3]

*Stratum basale*

Nejspodnější vrstva, kde se tvoří keratinocyty se nazývá bazální vrstva (*stratum basale*). Skládá se z jedné řady palisádově řazených cylindrických keratinocytů s velkými jádry a malým množstvím cytoplazmy. Keratinocyty jsou navzájem propojeny desmozomy a pomocí hemidesmozomů jsou připojeny ještě k bazální membráně, která tvoří rozhraní mezi epidermis a koriem. V bazální vrstvě jsou přítomny kmenové buňky, které díky své schopnosti se dělit poskytují nové keratinocyty putující do vyšších vrstev pokožky. [3] [4]

*Stratum spinosum*

Tato vrstva je tvořena několika řadami keratinocytů nad bazální vrstvou. Název vznikl díky jejich ostnitému tvaru. Buňky mají větší objem než bazální keratinocyty, ale směrem k povrchu se oplošťují. Buňky jsou spojeny především desmozomy. Některé keratinocyty bazální vrstvy a dolní části ostnitě vrstvy mají schopnost dělení. V horní části ostnitých buněk keratinocyty produkují keratin a získávají vřetenovitý tvar. [3] [4]

*Stratum granulosum*

Zrnitá vrstva je tvořena jednou až třemi řadami oploštělých buněk. Typické pro ně jsou tmavě se barvící keratohyalinová granula, která jsou tvořena proteinem profilagrinem a keratinovými intermediálními filamenty. Profilagrin se při přechodu buněk do vyšších vrstev mění na filagrin, který zajišťuje shlukování a síťování keratinových vláken. Filagrin se později v rohové vrstvě rozkládá na volné aminokyseliny až na kyselinu urokanovou, jejímž úkolem je ochrana před ultrafialovým zářením a hygroskopickou sůl pyrrolidon karboxylové kyseliny, která zajišťuje hydrataci ve *stratum corneum*. Proces keratinizace začíná ve vrstvě zrnitých buněk (*stratum granulosum*), kde buňky produkují granulární struktury a směrem k povrchu se tyto granule přeměňují na keratin a epidermální lipidy. [3]

*Stratum lucidum*

Vrstva jasná neboli *stratum lucidum* tvoří přechod mezi nezrohovatělou epidermis a *stratum corneum*. Je tvořena řadami dvou až tří vrstev jasných a oploštělých buněk, jejichž jádra ztratila barvitelnost. Tato vrstva je nejvíce vyvinuta na dlaních a chodidlech. Má velký význam pro propustnost kůže a představuje důležitou složku bariéry proti zevnímu prostředí. [3] [5]

### *Stratum corneum*

Rohová vrstva (*stratum corneum*) se skládá z několika vrstev bezjaderných a zcela oploštělých zrohovatělých buněk. Tyto odumřelé buňky se postupně rovnoměrně olupují. Tento proces se nazývá deskvamace. Vrstva je nejsilnější v oblasti chodidel a na dlaních. Keratin je hydrofóbní a velmi odolný vůči mechanickým, fyzikálním i chemickým vlivům. [3] [5]

### **1.1.2 Dermis**

Škáru tvoří vazivová tkáň. Je prostoupena sítěmi kapilár, ze kterých je difuzí vyživována pokožka. Vyskytují se zde hojně volná nervová zakončení i specializovaná hmatová tělíska a termoreceptory. Ve škáře jsou také uloženy mazové žlázy ústící do vlasových pochev. Hlavní hmotu dermis tvoří vazivo, které je charakteristické třemi typy vláken vznikajících činností fibroblastů: kolagenní vlákna, elastická vlákna a retikulární vlákna. [1] Kolagenní vlákna jsou tvořena kolagenními fibrilami, které zodpovídají za pevnost kůže. Elastická vlákna tvoří podpůrnou síť mezi snopci vláken kolagenních a obkružují zejména adnexa. Jsou zodpovědná za elasticitu pokožky. Retikulární vlákna tvoří velmi jemnou síť a v kůži se vyskytují jen v malém množství. [3] [5]

Kožní adnexa je souhrnný název pro žlázy mazové, velké a malé potní, pro vlasy a nehty. Většina z těchto adnex je lokalizována převážně v koriu. Dělíme je na žlázová a keratinizovaná adnexa. Mezi žlázová kožní adnexa patří mazové žlázy, apokrinní a ekrinní potní žlázy. Keratinizovaná kožní adnexa tvoří vlasy a nehty. [3] [5]

### **1.1.3 Subcutis**

Podkožní vazivo je tvořeno sítěmi kolagenních a elastických vláken, mezi kterými jsou roztroušeny vazivové buňky. Subcutis (hypodermis) je nejmohutnější částí kůže, která kromě vláknité složky obsahuje i značný počet tukových buněk (adipocytů). Tuková vrstva v různých lokalitách kolísá, minimální tloušťku má na očních víčkách, značně silnou vrstvu tukové tkáně podkoží najdeme například na břiše, hýždích nebo stehnech, kde vytváří tukový polštář. [1] [3] [4]

## **1.2 Faktory ovlivňující výskyt mikroorganismů na kůži**

Kůže představuje první ochrannou bariéru před bakteriemi z vnějšího prostředí jak mechanickou, tak i chemickou. Z mechanického hlediska zabezpečuje bariérovou funkci zejména

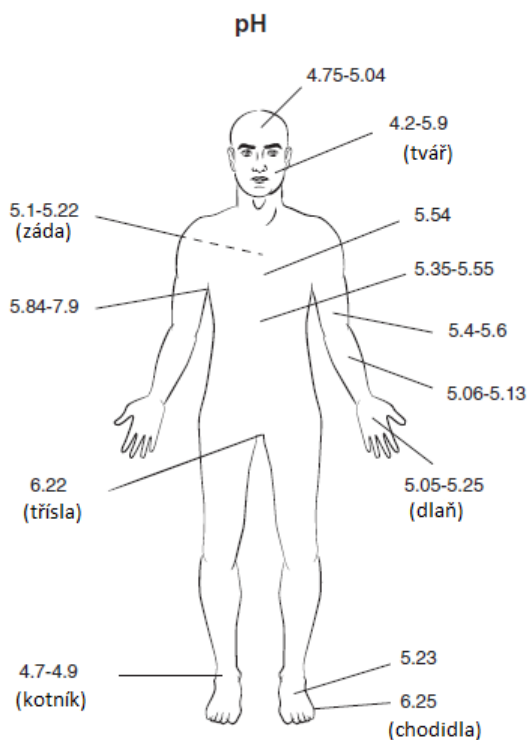
keratin, který neumí většina bakterií degradovat. Z prostředků chemické ochrany je významné nízké pH, pohybující se v rozmezí 4,2 až 6,5. Kyselé pH prostředí je výsledkem činnosti kožních žláz, které produkují sebum, jehož složky jsou dále rozkládány kožními bakteriemi. Antibakteriálně působí také mastné kyseliny (laurová, linolová, linolenová) a významná je i vysoká koncentrace NaCl z odpařeného potu. [6]

Pro většinu bakterií kůže představuje nehostinné prostředí. Většina pokožky je příliš suchá a pro množení mikroorganismů tudíž nevhodná. Pokud se některým mikroorganismům podaří se na jejím povrchu uchytit, stálé olupování pokožky tyto bakterie odstraňuje. Pro množení bakterií jsou vhodnější oblasti s vyšší vlhkostí, jako jsou místa s potní žlázy a ústí vlasových folikulů. Tyto oblasti jsou však také chráněny přítomností kyseliny mléčné v potu, lysozymu (enzymu, který štěpí peptidoglykan a narušuje buněčnou stěnu především gram-pozitivních bakterií) a nenasycených mastných kyselin (například kyseliny olejové), které jsou toxické pro gramnegativní bakterie a některé houby. Složení mikroflóry se liší podle místa na těle a závisí zejména na věku, výživě a okolním prostředí jedince. [7]

### 1.2.1 pH prostředí

Za normálních podmínek má lidská kůže kyselé pH, které se pohybuje v závislosti na konkrétních oblastech mezi hodnotou 4,5-6,5. Běžné hodnoty pH na různých lokalitách lidského těla znázorňuje Obr. 2.

V případě, že hodnota pH kůže se mění v důsledku nadměrného pocení nebo používání agresivních čisticích prostředků (zvláště alkalických detergentů), dochází k rozkladu látek, které se nacházejí v hydrolipidovém ochranném filmu. To může podporovat růst nežádoucích mikroorganismů. Narušení přirozeně nižšího pH pokožky může usnadnit výskyt patogenních či oportunně patogenních mikroorganismů zejména v oblasti genitálií a v podpaží. Z tohoto důvodu musí být kyselost kůže udržována na fyziologických hodnotách. [8]



Obr. 2: Hodnoty pH na různých lokalitách těla u zdravého jedince [9]

### 1.2.2 Topografie

Topografie kožního povrchu na různých lokalitách těla se může poměrně výrazně lišit, což vede i k odlišnému složení mikroflóry na těchto místech. Různý charakter povrchu vyhovuje různým skupinám organismů. Některá místa na těle jsou částečně krytá, mezi takové lokality patří například třísla, podpaží nebo prostory mezi prsty na nohou. Jsou to oblasti s vyšší teplotou a vlhkostí, což podporuje růst mikroorganismů, kterým se daří ve vlhkých podmínkách (například gramnegativní bakterie, koryneformní bakterie nebo *Staphylococcus aureus*). [10] [11]

Dalším významným faktorem ovlivňujícím zastoupení mikrobiálních druhů na kůži je četnost mazových žláz na konkrétní lokalitě. Oblasti s vysokým počtem mazových žláz jako je obličej, hrud' a záda, podporují růst lipofilních mikroorganismů (například *Propionibacterium spp.* a *Malassezia spp.*). Ve srovnání s výše zmíněnými místy, je pokožka paží a nohou výrazně sušší a navíc zde dochází ke značnému kolísání povrchové teploty v závislosti na podmínkách prostředí. Proto jsou tato místa kolonizována výrazně menším počtem mikroorganismů. [10] [3]



### 1.2.3 Hostitelské faktory

Mezi hostitelské faktory zařazujeme věk a pohlaví jedince, mikroflóra kůže je samozřejmě ovlivněna i individuálním zdravotním stavem, výživou a životním stylem. Věk má velký význam na mikroprostředí kůže, tudíž i na její mikrobiální kolonizaci. Během vývoje plodu je kůže sterilní, k prvotní kolonizaci však dochází v průběhu porodu a v prvním okamžicích po něm. [63] V období puberty se mění produkce kožního seba, což výrazně mění složení mikroflóry a zvyšuje se zejména počet a zastoupení lipofilních bakterií. [10]

Kožní mikroflóra u muže a ženy je odlišná z mnoha důvodů, jednak jsou to rozdíly v anatomii a fyziologii kůže, dále v produkci potu a seba, a také samozřejmě v produkci a aktivitě hormonů. Muži mají ve srovnání se ženami více mazových a potních žláz. Dokonce i přítomnost nebo nepřítomnost vlasů ovlivňuje zastoupení a množství mikroorganismů na kůži. Z provedených studií vyplývá, že muži mají na kůži vyšší počet mikroorganismů než ženy a mají také ve srovnání se ženami vyšší zastoupení některých skupin mikroorganismů, zejména propionibakterií a koryneformních bakterií. Na ženské kůži je přítomno více laktobacilů než na kůži mužské a u žen je častější tranzientní kolonizace enterobakteriemi nebo pseudomonádami. [13]

### 1.2.4 Faktory z prostředí

Okolní prostředí ovlivňuje složení kožní mikroflóry jedince. Významnými faktory může být povolání, výběr oděvu a klimatické podmínky. Mezi další faktory patří například používání kosmetických přípravků, především mýdel, přípravků na bázi tenzidů a prostředků osobní hygieny. Tyto přípravky mohou měnit bariérové vlastnosti kůže, což se může odrazit i na zastoupení mikroorganismů. Klima zřejmě také hraje nezanedbatelnou roli, teplota a vzdušná vlhkost ovlivňuje kožní mikroflóru. Kvantitativní studie využívající kultivační metody prokázaly, že při vysoké teplotě a vysoké vlhkosti se zvyšují celkové počty bakterií na zádech, v podpaží a na nohou. Tyto počty jsou vyšší než při vysokých teplotách, ale nízké vlhkosti. Zdá se také, že vysoká vlhkost a nízká teplota podporuje rozvoj gramnegativní mikroflóry. Dalším vlivem, který bychom neměli opomenout je vystavení kůže UV záření, jehož baktericidní účinky jsou dobře známy [10].

## 1.3 Biofilm

Rezidentní mikroflóra často tvoří komplexní společenstva se strukturní a funkční heterogenitou, takzvané biofilmy. Mikroorganismy se v jakémkoli prostředí mohou vyskytovat buď

ve formě volných samostatných buněk, v případě tekutého prostředí jsou rozptýleny v tekutině; nebo mohou adherovat na povrchy a vytvářet různé formy mikrostruktur. V případě osídlení kůže a sliznic se setkáme spíše s mikrokoloniemi a biofilmy. Mikrokolonie jsou nejjednodušší formou struktur, které jsou tvořeny adhezí bakterií zprostředkovanou jejich povrchovými strukturami (povrchovými proteiny a glykopeptidy, glykokalyxem, fimbriemi). Komplexnější formou je tvorba biofilmu. Výsledkem procesu adheze biofilmopozitivních druhů jsou složité struktury trojrozměrných útvarů, které jsou tvořeny jedním nebo několika bakteriálními druhy pospojovanými svými adheziny a obalenými extracelulárními polymery. Uvnitř biofilmu se vytvářejí gradienty živin, pH, obsahu kyslíku, produktů metabolismu apod., bývá také protkán kanálky, kterými proudí okolní tekutina přivádějící živiny a odvádějící produkty metabolismu. [6]

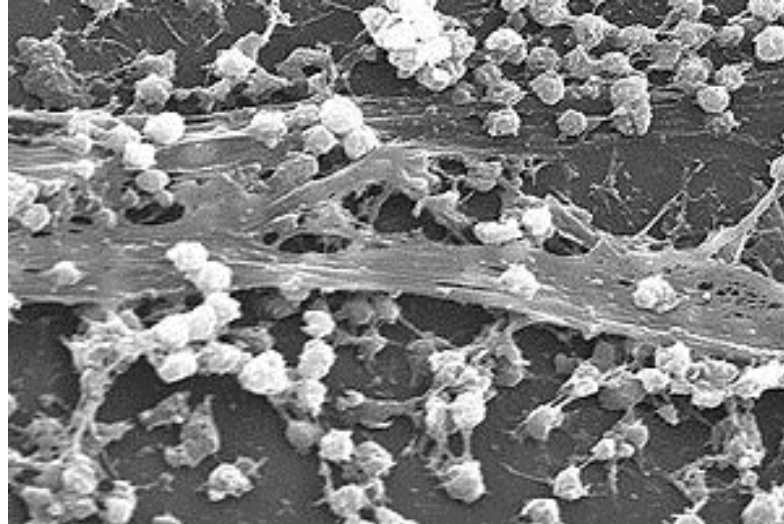
Bakterie žijící v biofilmu mohou mít odlišné fenotypické vlastnosti od stejných bakterií žijících volně. Tvorba biofilmů umožňuje přežívání anaerobních bakterií na povrchu kůže, přestože pokožka je v trvalém kontaktu se vzduchem. Existence ve formě biofilmu umožňuje na kůži růst a množit se například anaerobním propionibakteriím. [6]

Tvorba biofilmu zahrnuje různé fáze a stádia. Bakterie se nejprve musí připojit k povrchu. Pro tuto adhezi jsou nutné specifické složky nacházející se na povrchu bakterií. Jakmile jsou bakterie adherovány k povrchu, rozmnožují se a vytvářejí mikrokolonie. Dalším faktorem pro růst biofilmu jsou další bakteriální povrchové složky. Po vzniku mikrokolonie se biofilm formuje do trojrozměrných struktur. Bakterie v biofilmu koordinují své chování, což vede ke vzniku těchto složitých struktur. Přes koordinační úsilí v biofilmu vykazuje komunita bakteriálních biofilmů funkční heterogenitu. [14]

Celková trojrozměrná struktura může být plochá nebo houbovitá. Tvar biofilmu je ovlivněn zdrojem živin a smykovými silami. Konečným krokem při tvorbě je oddělení a rozptýlení bakterií z biofilmu, tak aby uvolněné bakterie mohly kolonizovat nové povrchy. Biofilm tak představuje rezervoár mikrobiálních buněk, které přežijí mechanické či chemické působení při mytí, a mohou „čistě“ povrchy opětovně kolonizovat. [14]

V biofilmech bakterie mohou odolat hostitelské imunitní odpovědi a jsou mnohem méně náchylné k antibiotikům a dezinfekčním látkám. Infekce spojené s biofilmem mohou být způsobeny jediným mikrobiálním druhem nebo směsí druhů, přičemž interakce mezi různými druhy zvyšují jejich perzistenci. Mezi patogeny, které se podílejí na infekcích spojených s biofilmem, patří grampozitivní bakterie (zejména streptokoky a stafylokoky), gram-

negativní bakterie (*Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* a *Klebsiella pneumoniae*) a mikroskopické houby (*Candida spp.* a *Aspergillus spp.*). Na Obr. 3 můžeme vidět strukturu biofilmu *Staphylococcus aureus*. [14] [15]



Obr. 3: Struktura biofilmu *Staphylococcus aureus* [16]

## 2 METODY STANOVENÍ KOŽNÍ MIKROFLÓRY

Mikroorganismy, které kolonizují naši pokožku, jsou již dávno zkoumány dermatology a mikrobiology. Naše znalosti o těchto mikroorganismech se neustále rozšiřují a byly až donedávna získány studii založenými na kultivačních mikrobiologických metodách. Tyto klasické mikrobiologické metody založené na schopnosti mikroorganismu růst a množit se na živných půdách za daných fyziologických a nutričních podmínek lze využít pro charakterizaci mikrobiální diverzity určitého prostředí, mají však svá omezení. Jsou omezeny pouze na druhy mikroorganismů, které dokážeme kultivovat v podmínkách mikrobiologických laboratoří. Kultivační metody jsou navíc poměrně náročné na čas a použitý materiál. [10]

Pro studium diverzity kožní mikroflóry nejsou kultivační metody příliš vhodné vzhledem ke specifčnosti kůže jako prostředí pro růst mikroorganismů. Kožní mikroflóra je přirozeně přizpůsobena teplotně variabilnímu, suchému prostředí o nízké hodnotě pH, přítomné bakterie velmi často vyžadují specifické růstové faktory a podmínky, které lze v laboratořích jen obtížně simulovat. Pomocí kultivačních metod tak získáme jen částečnou představu o mikroflóře kůže a je pravděpodobné, že velká část přítomných mikroorganismů na běžně dostupných živných médiích v laboratorních podmínkách neporoste. [10] [17]

Další komplikací je izolace mikroorganismů z vlasových folikulů a mazových žláz, což jsou lokality s nízkou koncentrací kyslíku, případně zcela anaerobní. Izolace anaerobů kultivačními metodami je samozřejmě možná, ale obzvláště problematická. Anaerobní mikroorganismy vyžadují zvláštní podmínky pro transport, zpracování a kultivaci vzorků. [10]

Pro studium kožní mikroflóry se používají tři hlavní metody odběru vzorku. První z nich je provedení stěru kůže pomocí sterilního bavlněného tampónu. Je to rychlá a jednoduchá metoda, avšak tímto postupem odebereme pouze mikroorganismy přítomné na povrchu kůže, tedy ve *stratum corneum*. Další metodou je tzv. sejmutí pokožky nebo odstranění pokožky pomocí lepící pásky. Tato metoda umožňuje získat mikroorganismy nejen ze *stratum corneum*, ale i ze zrnité vrstvy (*stratum granulosum*) a horní části folikulů. Poslední metodou je odebrání kousku kožní tkáně, takzvaná punch biopsie. Tato metoda nabízí nejkomplexnější obraz kožní mikrobioty ze svrchních vrstev, ale i z hlubších vrstev epidermis, dermis a žláz. [9]

## 2.1 Molekulární analýza

Rozvoj molekulárních technik pro identifikaci a kvantifikaci mikroorganismů přináší nový a mnohem komplexnější pohledu na mikrobiální svět. Genomickými přístupy k charakterizaci kožních bakterií bylo zjištěno, že rozmanitost organismů žijících na lidské kůži je mnohem větší, než bylo možné zjistit pomocí klasických kultivačních metod.

Molekulárně biologické metody spočívají v rozeznávání specifických sekvencí DNA nebo RNA (16S ribozomální RNA), které různé organismy obsahují. Gen pro 16S rRNA obsahuje druhově specifickou variabilní oblast, která umožňuje taxonomickou klasifikaci různých bakterií. Výhodou této metody je, že organismus nemusí být kultivován. [10]

Na základě sekvenční analýzy genu pro 16S rRNA bylo zjištěno, že většina kožních bakterií patří mezi zástupce čtyř různých kmenů: *Actinobacteria*, *Firmicutes*, *Bacteroides* a *Proteobacteria*. Tyto čtyři dominantní kmeny tvoří kožní mikroflóru a nachází se také na sliznicích gastrointestinálního traktu a orální dutiny. Dále bylo zjištěno, že diverzita kožní mikroflóry je větší než na jakémkoli jiném epitelálním povrchu. [10] [18]

### 2.1.1 Porovnávání variability mikroflóry na různých místech pokožky

Pomocí molekulárně biologických metod bylo prokázáno odlišné složení mikroflóry kůže na různých lokalitách těla. Kožní mikroorganismy jsou tedy vázány na určitá místa na kůži. Na základě studií se prokázalo se, že kolonizace je tedy závislá na fyziologii konkrétního místa kůže, přičemž specifické bakterie jsou spojovány s vlhkými, suchými a sebaceózními oblastmi. [10]

Bakteriální rozmanitost je nejnižší na sebaceózních místech a existuje pouze specifické skupiny organismů, které mohou tolerovat podmínky v těchto oblastech. Mezi takové lokality patří oblast čela, oblast za uchem, záda a oblast nosních dírek. Dominantní složkou zdejší mikroflóry je rod *Propionibacterium*, který je dobře adaptován na anaerobní prostředí bohaté na lipidy a je tedy typickým lipofilním obyvatelům pilosebaceózní jednotky [19].

Na vlhkých místech, jako jsou místa kolem embryolu (pupku), axilární klenby, svalových záhybů, hýžd'ových záhybů, zadní část kolenního kloubu a vnitřního loktu jsou *Staphylococcus* a *Corynebacterium spp.* nejhojnější mikroorganismy kolonizující tyto vlhké oblasti kůže. Společně s dalšími mikroorganismy rozkládají apokrinní pot, což následně vede k charakteristickému zápachu. [10]

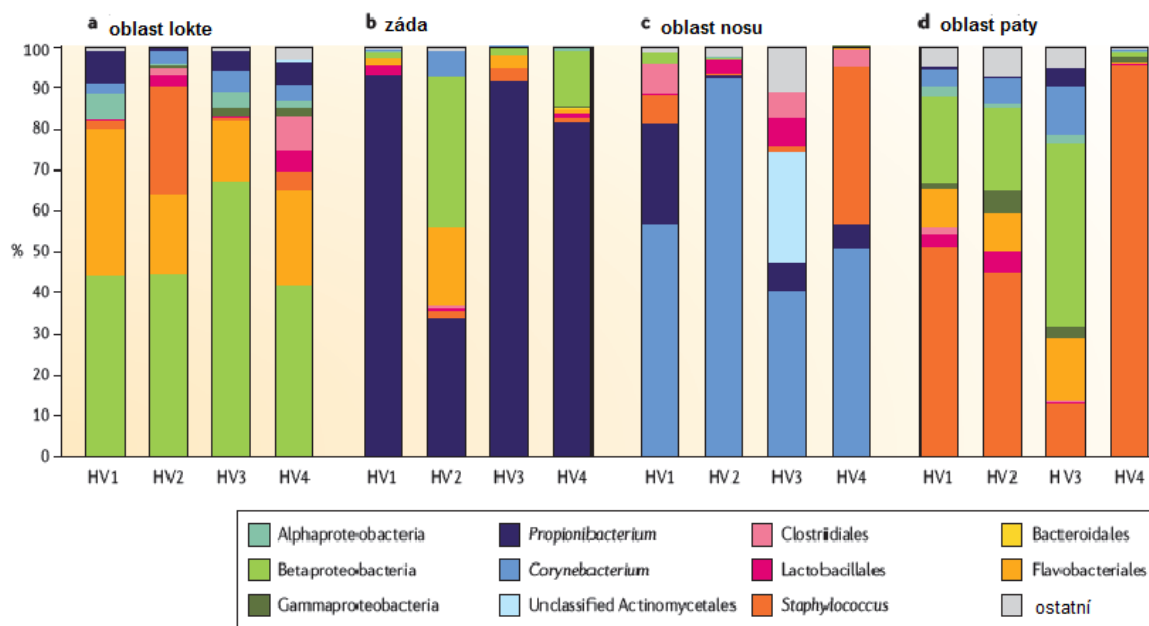
Z pohledu mikrobiální diverzity jsou nejvíce rozmanité suché oblasti kůže (předloktí, hýždě, přední část ruky), kde lze nalézt různé zástupce kmenů *Actinobacteria*, *Proteobacteria*, *Firmicutes* a *Bacteroidetes*. Charakteristickými a dominantními složkami mikroflóry jsou stafylokoky, propionibakterie, mikrokoky, korynebakterie a streptokoky. Najdeme zde ale i relativně velké množství gramnegativních mikroorganismů. [10]

### 2.1.2 Variabilita kožní mikroflóry v populaci

Dostupné studie zabývající se kožní mikroflórou ukazují, že dokonce i v populaci zdravých jedinců stejného pohlaví a věku, existují odlišnosti v rozmanitosti a četnosti mikroorganismů na kůži [12]. Nicméně, rozdíly ve složení mikroflóry na různých místech těla u jednoho jedince jsou větší než rozdíly v mikroflóře stejného místa u různých jedinců [64]. Bylo prokázáno, že mikroflóra oblasti předloktí, zad, kolem nosu a paty je u různých jedinců relativně podobná. V oblasti předloktí jsou hlavní složkou mikrobiální populace zástupci třídy *Beta-proteobacteria*, na zádech dominují propionibakterie, v okolí nosu korynebakterie a na patách jsou nejhojnějšími mikroorganismy stafylokoky. Zastoupení jednotlivých skupin mikroorganismů na těchto lokalitách je znázorněno na obr. 4. [10] [11]

Ve studii z roku 2007 bylo zjištěno, že pouze necelých 7% bakteriálních rodů bylo přítomno na předloktí všech zkoumaných jedinců, ze kterých byly odebrány vzorky. Většina rodů (68,1%) byla nalezena pouze na jednom z šesti testovaných jedinců [64]. Výsledky podobných studií jsou většinou poměrně zajímavé, mnohdy se však vzájemně rozcházejí v dosažených výsledcích. Tato oblast by teda měla být předmětem dalšího zájmu a bylo by velkým přínosem provádět studie na vyšším počtu osob.

Zajímavá je i otázka mikroorganismů přítomných na dlaních rukou a vlivu hygienických návyků na stav mikroflóry. Zastoupení mikroorganismů na rukou závisí na celé řadě faktorů, například na frekvenci mytí rukou nebo na míře kontaktu s předměty a prostředím. Při srovnání mužské a ženské mikroflóry rukou došli autoři jedné ze studií k závěru, že ženy mají na svých rukou rozmanitější mikroflóru, ale zůstává nejasné, zda tento rozdíl je způsoben fyziologickými faktory nebo rozdíly v hygieně a používání kosmetických produktů. [10]



Obr. 4: Interpersonální variace kožního mikrobiomu. Zastoupení různých skupin mikroorganismů na různých lokalitách u čtyřech zdravých dobrovolníků (HV)

[10]

### 3 FYZIOLOGICKÁ MIKROFLÓRA KŮŽE. CHARAKTERISTIKA SKUPIN A DRUHŮ

Lidská kůže má největší kontakt se zevním prostředím, a tak je nejvíce exponována různým druhům mikroorganismů. Bakterie se nacházejí jak na povrchu, tak i hluboko ve vrstvách pokožky, zejména ve vlasových folikulech, v mazových a potních žlázách. Na kůži se nachází průměrně kolem 2000 aerobních bakterií na 1 cm<sup>2</sup>, ve vlhkých nebo zapařených kožních záhybech (axilách, interdigitálních mezerách, perineu apod.) je ale na 1 cm<sup>2</sup> i více než 80 000 bakterií. [21] [6]

Kožní mikroorganismy jsou obvykle klasifikovány do dvou skupin. Mikroorganismy, které jsou schopny nejen přežít na kůži, ale jsou také schopny se množit a růst, se označují jako rezidentní. Mikroorganismy, které jsou schopné pouze přechodně přežít na kůži v závislosti na několika ekologických faktorech, se označují jako tranzientní flóra. [20]

Většina rezidentních mikroorganismů žije na povrchu epidermální vrstvy (*stratum corneum*) a v horní části vlasových folikulů. Zbytek trvale osidlujících mikroorganismů pobývá v hlubších oblastech folikulárních kanálů, které jsou chráněny vůči běžným postupům dezinfekce. Tyto nepřístupné bakterie slouží jako rezervoár pro opětovnou kolonizaci po odstranění z vrchních vrstev epidermis. [20]

#### 3.1 Význam rezidentní mikroflóry

Mikroorganismy, které jsou trvale přítomny na povrchu kůže, jsou komenzálové. Jejich způsob přežití v dané oblasti závisí na fyziologických faktorech, teplotě, vlhkosti, nutričních a inhibičních látkách. [21]

Kožní mikroflóra se chová jako štít, který chrání tělo před vnějšími agresiemi. Existuje rovnováha mezi hostitelem a rezidentními nebo přechodnými mikroorganismy. Tato rovnováha je neustále ovlivňována hostitelskými a vnějšími faktory, které následně mění složení kožních mikroorganismů a funkci hostitelské kožní bariéry. Změna této rovnováhy se nazývá dysbióza. Změny vlastností *stratum corneum* mohou vést k dysbióze, která mění množství a rozmanitost komenzálních druhů. Může také dojít ke zhoršení chronických kožních onemocnění, jako je atopická dermatitida, psoriáza nebo akné. [9]

Na některých místech je bakteriální flóra nezbytně nutná pro udržení zdraví a normální funkci lidského organismu. Nejdůležitější funkcí je obrana před patogenními bakteriemi, potlačením normální flóry dovoluje jiným mikroorganismům, aby se uplatnily. [21]

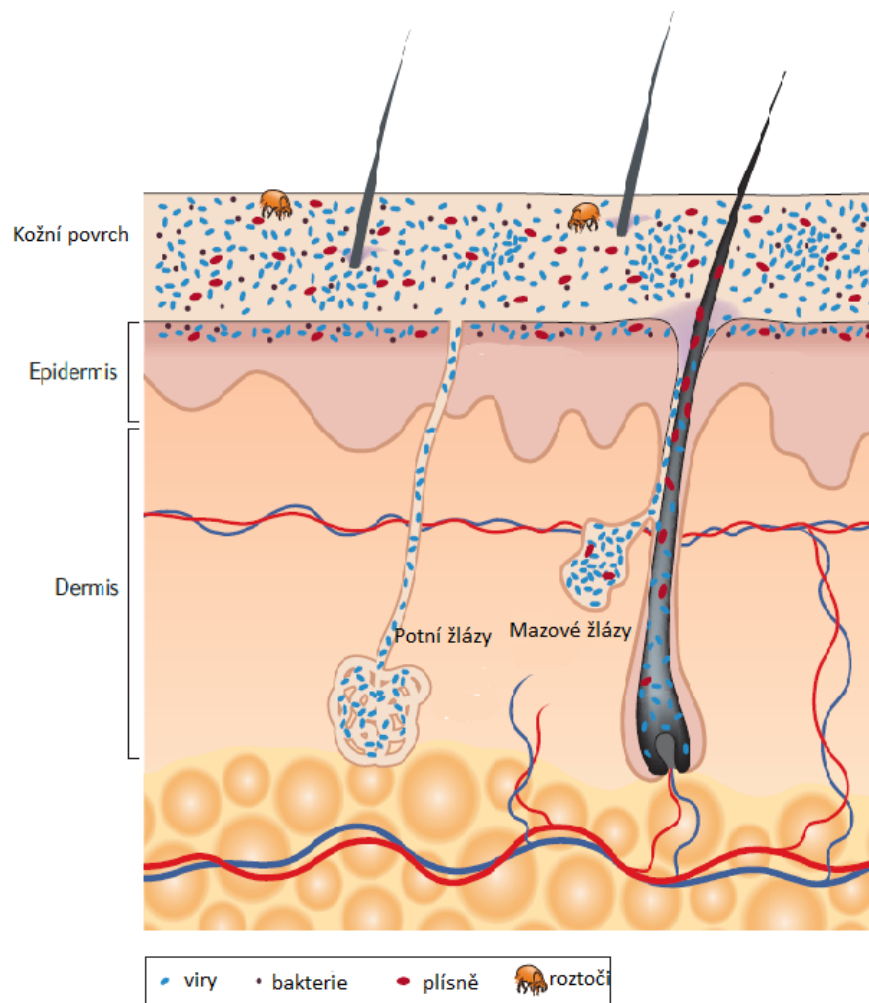


### 3.2 Složení bakteriální mikroflóry

Složení stabilní mikroflóry osidlující zdravého jedince se vyvíjelo v průběhu celé evoluce člověka, mění se i v průběhu života jedince v závislosti na věku, na dietě, na podnebí, na geografické lokalitě, na osobní hygieně a na řadě dalších vlivů. [6]

Vývoj bakteriální mikroflóry začíná již během prvních dnů po narození. Narušení bariérové funkce kůže vede k rychlé mikrobiální kolonizaci povrchu kůže. Na Obr. 5 je znázorněno osídlení kůže mikroorganismy. Zvýšení transepidermální ztráty vody, změna pH pokožky, změna lipidového filmu a zvýšení obsahu vody příznivě přispívá ke kolonizaci některými druhy mikroorganismů. Výzkumy prokázaly, že během prvního roku od narození dítěte se počet mikrobiálních druhů výrazně nemění. Mikrobiální složení všech vzorků z kojenecké kůže se skládá především z *Bacilli*, *Clostridia* a *Actinobacteria*. Početnost mikroorganismů výrazně stoupá s věkem. Mikrobiální složení vzorků z dospělé kůže se skládá z *Proteobacteria*, *Actinobacteria* a *Firmicutes*. Tyto rozdíly v kolonizaci mezi kojenci a dospělých je jejich struktura a složení pokožky, která může představovat odlišné prostředí pro mikrobiální kolonizaci. [22]

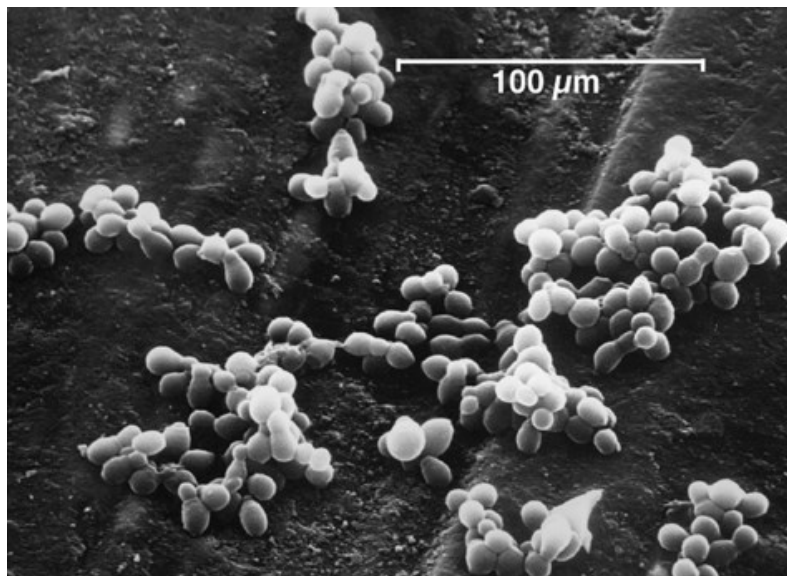
Každá lokalita má své specifické kvalitativní a kvantitativní složení. Existují zde vedle sebe druhy majoritní (početně významně zastoupené) a druhy minoritní přítomné v relativně malém počtu. Důležitá je také rovnováha mezi příslušníky mikroflóry; je-li vnějšími vlivy porušena, mohou se potenciální patogeny (často minoritní druhy) přemnožit a vyvolat onemocnění, např. dyspepsie nebo vaginitidy. K poruše rovnováhy může dojít i vlivem vnitřních vlivů hostitele, např. při poruchách imunity souvisejících s diabetes, s podáváním cytostatik či imunopresiv apod. [6]



Obr. 5: Schéma osídlení kůže mikroorganismy [10]

### 3.3 Typická kožní mikroflóra

Mezi typické zástupce rezidentní mikroflóry kůže patří rody *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Propionibacterium*, *Corynebacterium*, *Sarcina* a *Acinetobacter*. Z kvasinkových mikroorganismů jsou to pak především rody *Malassezia* (znázorněna na Obr. 6) a *Candida*, které osidlují zejména kožní záhyby. Mezi tranzitní mikroflóru patří zejména *Staphylococcus aureus* a některé druhy streptokoků. Většina této mikrobiální flóry se vyskytuje převážně na povrchu kůže, jen malá část sídlí v hlubších partiích. [21] [23]



Obr. 6: *Malassezia* spp. izolovaná z lidské kůže [24]

Přechodnou mikroflóru kůže tvoří nepatogenní, podmíněně patogenní i patogenní mikroorganismy. Jejich množství a poměr odpovídá mikrobiálnímu zatížení prostředí a charakteru vykonávané práce. Přenáší se kontaktem pokožky s kontaminovanými předměty, dotykem rukou a je častou příčinou nozokomiálních nákaz, tj. infekcí vzniklých v souvislosti s poskytováním zdravotní péče. [25] [26]

### 3.4 Rod *Staphylococcus*

#### 3.4.1 Obecná charakteristika

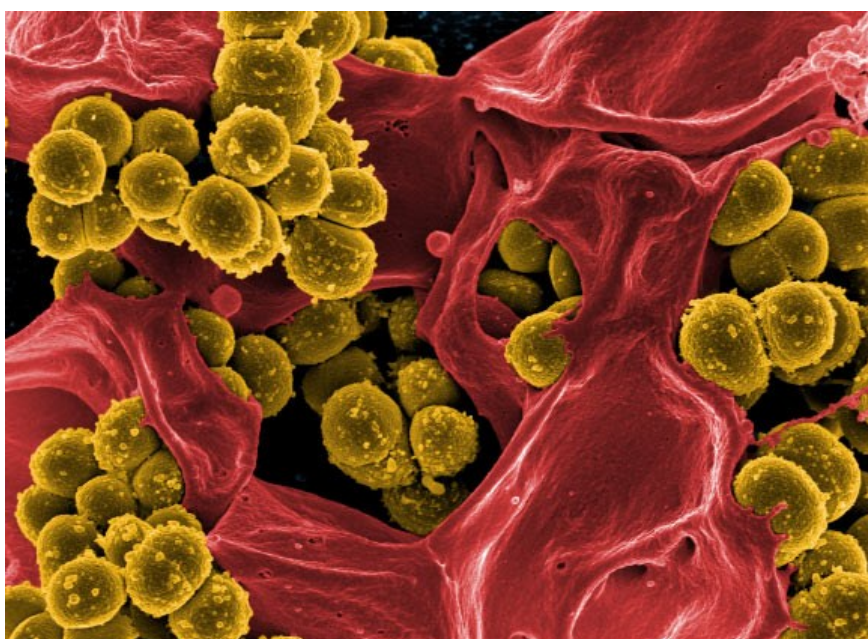
Na lidské kůži bylo identifikováno více než 30 druhů stafylokoků. Jsou to grampozitivní koky, nepohyblivé, nesporulující, fakultativně anaerobní. Kolonie jsou obvykle neprůhledné a mohou být také bílé nebo krémové. Rostou v přítomnosti 10% NaCl. Stafylokoky se vyskytují především na kůži, v okolí kožních žláz a na sliznicích teplokrevných obratlovců. [14] [9] Stafylokoky lze rozdělit na dvě skupiny podle schopnosti koagulovat krevní plazmu. Koaguláza pozitivní druhy stafylokoků, mezi které patří například *S. aureus*, jsou často považovány za patogeny člověka nebo zvířat. Koaguláza negativní stafylokoky, jako je například *S. epidermidis*, jsou většinou kožními komenzály. [27] [20]

#### 3.4.2 Stafylokoky na kůži

*Staphylococcus aureus* (znázorněn na Obr. 7) je hlavní lidský patogen, který dokáže způsobit celou řadu onemocnění a problémů o různé závažnosti. U části populace se však na kůži

vyskytuje jako neškodný kmenzál, izolován bývá především z oblasti nosního vchodu, periea, podpaží a oblasti mezi prsty na rukou a nohou. Je typickým původcem hnisavých kožních infekcí, označovaných jako pyodermie. Charakteristickým projevem takových infekcí je tvorba hnisu. [20] [27]

Mezi koaguláza negativními druhy je na kůži nejčastější *S. epidermidis*. Nejčastěji je izolován z pokožky hrudníku a hlavy. *S. hominis* se vyskytuje na oblastech horních a dolních končetin. *S. saprophyticus* spolu se *S. cohnii* a *S. xylosus* se vyskytují na kůži nohou, a to zejména u mladých žen. Mezi dalšími druhy koaguláza negativní patří také *S. warneri*, *S. haemolyticus*, *S. simulans* apod. [20] [27]



Obr. 7: *Staphylococcus aureus* [28]

### 3.5 Rod *Micrococcus*

#### 3.5.1 Obecná charakteristika

Mikrokoky jsou grampozitivní koky, nepohyblivé, nesporující, striktně aerobní. Mohou také produkovat karotenoidní pigmenty (žlutý, světle oranžový). Rostou při koncentraci 5% NaCl. [27] [29]

#### 3.5.2 Výskyt rodu *Micrococcus* na kůži

Vyskytují se na lidské kůži v menším množství než zástupci rodu *Staphylococcus*. Obecně jsou považovány za nepatogenní mikroorganismy, které se vyskytují primárně na kůži savců

včetně člověka. Vyskytují se především na suchých místech pokožky, vysoké počty mikrokoků nacházíme na dětské kůži. Kůže bývá osídlena zejména druhem *M. luteus* a *M. sedentarius*. *M. lylae* se vyskytuje zejména u kojenců. [27] [29]

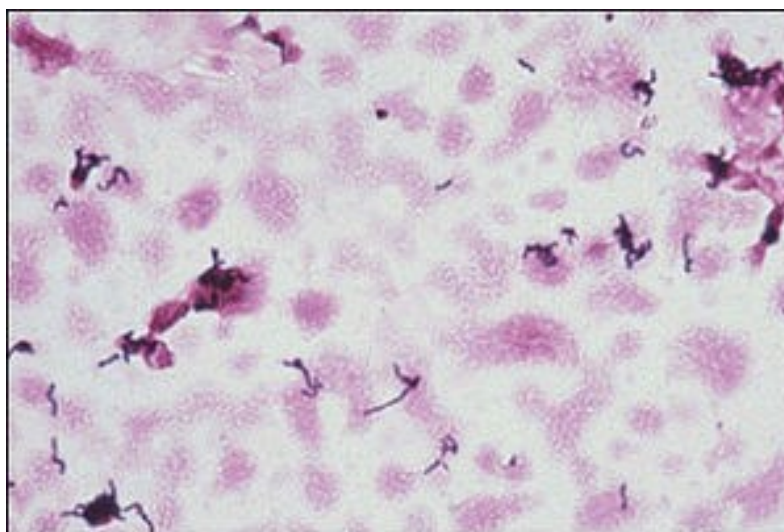
### 3.6 Rod *Propionibacterium*

#### 3.6.1 Obecná charakteristika

Jsou to grampozitivní, nepohyblivé, nesporulující, fakultativně anaerobní tyčinky a mohou tvořit pigmenty. Nejčastější druhy, které se vyskytují na kůži člověka jsou *P. acnes* a *P. propionicum*. Zvýšený výskyt *P. acnes* je běžně spojován s onemocněním *acne vulgaris*, přestože konkrétní role propionibakterií pro toto onemocnění není známá. *P. acnes* je znázorněn na Obr. 8 [27] [29]

#### 3.6.2 Výskyt rodu *Propionibacterium* na kůži

Z kůže byly izolovány především druhy *P. acnes* (Obr. 8), *P. granulosum* a *P. avidum*. Tyto druhy se nejčastěji vyskytují v okolí úst. *P. acnes* se nejčastěji vyskytuje v oblasti bohaté na produkci mazu z mazových žláz, tedy v oblasti krku, čela a ramen. V menší míře se vykytuje na kůži břicha, kyčle, kolena nebo hrudníku. *P. granulosum* se rovněž vyskytuje v oblastech s vyšší koncentrací mazových žláz, nejčastěji v okolí křídel nosu. Ve srovnání s *P. acnes* je přítomnost na kůži mnohem méně častá. *P. avidum* se na lidské kůži objevuje omezeně, zvláště na vlhkých lokalitách, jako jsou kožní záhyby, podpaží a perineum. Nejčastěji izolovaným druhem rodu *Propionibacterium* je *P.acnes*. [29]



Obr. 8: *Propionibacterium acnes* [30]

### 3.7 Koryneformní bakterie

#### 3.7.1 Obecná charakteristika

Koryneformní bakterie jsou aerobní, grampozitivní, pleomorfní tyčinky. Jsou obecně známé v lékařské literatuře jako difteroidy. Aerobní koryneformní bakterie jsou rozděleny do čtyř druhů: *Corynebacterium bovis*, *C. minutissimum*, *C. xerosis*, a *C. hofmani*. Kromě rodu *Corynebacterium* se na kůži vyskytuje i další rod náležící mezi koryneformní bakterie, rod *Brevibacterium*. [29]

#### 3.7.2 Výskyt koryneformních bakterií na kůži

Koryneformní bakterie mají sklon k růstu na vlhkých a sebaceózních kožních lokalitách. Kožní koryneformní bakterie se rozdělují do kategorií na základě lipolytické aktivity. Lipofilní koryneformní bakterie nesyntetizují své vlastní lipidy, a proto je musí získávat ze svého okolí. Obvykle se nacházejí v oblasti podpaží a jiných vlhkých oblastech kůže. Většina koryneformních bakterií jsou také halotolerantní, jsou schopny růstu v přítomnosti vysokých koncentrací solí. Nelipofilní druhy rodu *Brevibacterium* nejčastěji osidlují oblast kůže mezi prsty na nohou. [29] [31].

### 3.8 Rod *Sarcina*

#### 3.8.1 Obecná charakteristika

Sarciny jsou grampozitivní, anaerobní a nepohyblivé koky. Vyskytují se v krychlovitých balíčcích z osmi nebo více buněk nebo se vykytují jednotlivě po dvou a v tetrádách. Mohou vytvářet spory. Na kůži se běžně vyskytují druhy *S. flava* a *S. lutea*. [27] [6]

### 3.9 Rod *Acinetobacter*

#### 3.9.1 Obecná charakteristika

Rod *Acinetobacter* lze nalézt přibližně u 25% populace ve vlhkých oblastech kůže, zejména axilách, v oblasti kůže mezi prsty a na tříselech. Jsou to aerobní, nepigmentující krátké tyčky až kokotyčky. Vyskytují se ve dvojicích a v řetězcích. Častými zástupci na kůži jsou druhy *A. calcoaceticus*, *A. lwoffii* a *A. johnsonii*. [6] [27] [29]

## 4 PATOGENNÍ MIKROORGANISMY NA KŮŽI. ONEMOCNĚNÍ KŮŽE VYVOLANÁ MIKROORGANISMY

Rezidentní kožní bakterie představují první obrannou linii proti potenciálně nebezpečným patogenům. Produkují malé molekuly, které ovlivňují růst a chování svých mikrobiálních sousedů. Tyto antimikrobiální peptidy, spolu s ionty a lipidy, zásadně přispívají k přirozené kožní imunitě a obraně proti napadajícím patogenům. Naše přirozená imunita kožního systému není výhradně záležitostí imunitního systému, ale napomáhají nám také mikroorganismy, které jsou součástí fyziologické mikroflóry kůže. Například *Staphylococcus epidermidis* je hlavní složkou naší přirozené kožní mikroflóry, působí jako překážka proti kolonizaci potenciálně patogenních mikrobů a proti nadměrnému růstu již přítomných oportunních patogenů. [32] Některé kmeny *S. epidermidis* vylučují proteázy bránící kolonizaci a tvorbě biofilmu *S. aureus* v oblasti předních nosních dírek. [33]

Mikroorganismy, které nejsou součástí přirozené mikroflóry, jsou na kůži rychle zneškodněny především mastnými kyselinami, dále také produkty vylučovanými mazovými žlázami a určitými peptidy produkovanými lokálně některými keratinocyty. Směs látek na kůži produkovaná normální mikroflórou rovněž přispívá k ochraně proti infekci. Obnova a údržba normální mikroflóry je velice důležité pro udržení zdravé pokožky a pro kontrolu kožních nemocí. [33] Bakterie osidlující povrch kůže mohou vstoupit do vlasových folikulů nebo mazových žláz a způsobují zde například ječné zrno (*hordeolum*) nebo vředy. [32]

Antimikrobiální peptidy jsou součástí přirozené imunity *epidermis*. Tyto molekuly vylučují různé buňky lidského těla ve všech orgánech a zásadně přispívají k imunitní obraně proti patogenním mikroorganismům. V lidské kůži jsou hlavními zdroji antimikrobiálních peptidů keratinocyty, žírné buňky, neutrofilové a sebocyty. [32]

Některé antimikrobiální peptidy vznikají díky kožním mikroorganismům. Jsou to bakterie, které jsou přirozenou flórou naší kůže. Antimikrobiální peptidy produkují ve velkém množství gram pozitivní bakterie, jako jsou zástupci rodů *Lactococcus*, *Streptococcus* a *Streptomyces*. Tyto peptidy obsahují thioetherové aminokyseliny lanthionin nebo metyllanthionin, které se klasifikují jako lantibiotika. Tyto modifikované aminokyseliny tvoří tři kruhové struktury, které jsou důležité pro jejich baktericidní aktivitu. *S. epidermidis* je hlavním kolonizátorem lidské kůže, který dokáže potlačit kolonizaci patogenních mikroorganismů, jako je například *S. aureus*. [32] [34]

#### 4.1 Nejčastější patogenní mikroorganismy na kůži

Nejčastějšími původci kožních infekcí bývají *Staphylococcus aureus*, který způsobuje kožní abscesy zvané furunkly nebo karbunkly, dále *Streptococcus pyogenes*, některé gramnegativní tyčinky a různé anaeroby. Infekce popálenin jsou často vyvolány gramnegativní bakterií *Pseudomonas aeruginosa*. Dalším nepříjemným kožním onemocněním je akné, na němž se podílí *Propionibacterium acnes*. [6]

Na kůži se projevuje i řada systémových infekcí, jako je spála (*Streptococcus pyogenes*), lymeská borelióza (*Borrelia burgdorferi*), červenka (*Erysipelotrix rhusiopathiae*). Stejně pestré mohou být i příznaky kožních a systémových onemocnění vyvolaných viry, plísněmi a kvasinkami, jakož i vyššími parazity. [5] Některé druhy mikroskopických hub (dermatofyty) infikují neživé keratinové struktury produkované kůží, především *stratum corneum*, vlasy a nehty. Nejběžnější mikroskopickou houbou je *Trichophyton spp.* [35]

##### *Staphylococcus aureus*

Byl objeven v roce 1880 a od té doby bylo prokázáno, že je oportunně patogenní gram-pozitivní bakterií. [36] Je jedním z nejdůležitějších lidských patogenů, který je zodpovědný za většinu bakteriálních infekcí kůže a měkkých tkání u člověka. *S. aureus* se také může stát bakterií invazivní a způsobit život ohrožující infekce, jako je bakteriemie, pneumonie, abscesy různých orgánů, meningitidy, osteomyelitidy, endokarditidy a sepse. Tyto infekce představují významnou hrozbu pro veřejné zdraví v důsledku obrovského počtu těchto infekcí a častou přítomností rezidentních kmenů *S. aureus* na kůži. [37]

U lidí s určitými genetickými nebo získanými poruchami imunity existuje zvýšené riziko stafylokokových infekcí. Pochopení kožní imunitní odpovědi proti *S. aureus* je nezbytné, protože většina z těchto infekcí pochází z místa infekce kolonizací kůže a sliznic. [37]

##### *Streptococcus pyogenes*

Jedná se o grampozitivní, nepohyblivé, fakultativně anaerobní koky. Klinické izoláty byly klasifikovány do sérologických skupin A, B, C, atd. Izoláty se rozdělují na základě specifčnosti složení jejich buněčných stěn. [38]

*Streptococcus pyogenes* je velmi důležitým lidským patogenem, který je často spojen s infekcemi dýchacích cest a kožními infekcemi. Způsobuje nepříjemné infekce, které může



přerůst i k ohrožení života jednice, včetně sepse, syndrom toxického šoku nebo nekrotizující fasciitidy. [39]

Mezi nejčastější onemocnění způsobená tímto druhem patří angína, která může být doprovázena kožní vyrážkou, která je typickou formou spály. Další mírné infekce zahrnují infekce sliznic a kůže (impetigo, anusitis, vulvitida, balanopostitida, kožní abscesy...). [40] [41]

#### *Pseudomonas aeruginosa*

Ve srovnání s jinými patogeny, je *P. aeruginosa* významná svou značnou odolností vůči široké škále antibiotik, dezinfekčních látek a podmínkám prostředí. Odolnost vůči antibiotikům je způsobena nízkou propustností vnější membrány, což omezuje rychlost pronikání molekul antibiotik do buněk. Permeabilita vnější membrány *P. aeruginosa* je ve srovnání s *E. coli* asi stokrát nižší. Vnější membrána gramnegativních bakterií působí jako selektivní bariéra. [42]

*P. aeruginosa* je jedním z hlavních patogenů, který kolonizuje oblasti poraněné pokožky a způsobuje infekce ran. Může způsobovat i další problémy, jako je zápal plic, bakteriémie, meningitida a infekce močových cest u jedinců s oslabeným imunitním systémem. [43]

#### *Propionibacterium acnes*

Propionibakterie patří mezi nesporulující, grampozitivní, anaerobní, pleomorfní tyčinky, jejichž konečným produktem kvašení je kyselina propionová. *P. acnes* je součástí normální flóry ústní dutiny, tlustého střeva, spojivky, oblast vnějšího ucha a kůže. Je to druh považovaný za oportunní patogen, který způsobuje celou řadu infekcí a zánětlivých stavů. Podílí se na průběhu onemocnění v *acne vulgaris*. [44] Podle Alexeyeva a kol. toto onemocnění postihuje 67-95% dospívajících. Na kůži se propionibakterie vyskytují ve formě mikrokolonií a biofilmu. Schopnost tvorby biofilmu má velký význam pro průběh raných fází *acne vulgaris*. [45] Další nemoci vyvolané *P. acnes* patří synovitida, pustulóza, hyperostóza a osteitida a sarkoidóza. [44]

## 4.2 Nejčastější kožní onemocnění vyvolané mikroorganismy

Nákaz projevujících se na kůži je nespočetná řada. Lze je rozdělit na primární kožní infekce, sekundární infekce kožních lézí a systémová onemocnění s kožními projevy. Na kůži se často projevuje řada onemocnění jiných orgánů. Z mnoha kožních onemocnění se projevuje hnisání nebo tvorba vředů, ať už jako sekundární infekce poranění, nebo endogenní infekce nepoškozené tkáně, např. mazových a potních žláz, vlasových folikulů apod. [6]

Na léčbu různých kožních onemocnění se běžně používají antibiotika, nicméně antibiotická léčba nespecificky zabíjí řadu bakterií fyziologické mikroflóry. To může ovlivňovat homeostázu přirozené mikroflóry a snižovat ochranný vliv rezidentních kožních mikroorganismů. Antibiotická léčba tak může vést ke krátkodobému zlepšení stavu, ale také k dlouhodobému zvýšení rizika kolonizace škodlivými bakteriemi. [32]

#### 4.2.1 Primární bakteriální kožní infekce

##### Pyodermie

Jako pyodermie jsou označována hnisavá kožní onemocnění, která zahrnují impetigo, folikulitidu a furunkl. Impetigo je streptokoková nebo stafylokoková infekce epidermis, která je charakterizována hnisavými puchýřky, následně mokvavými plochami. Folikulitida je stafylokoková infekce postihující kůži kolem vlasového folikulu, která tvoří drobné hnisavé puchýřky. Furunkl je hnisavá reakce pilosebaceózního folikulu se silným zánětem a bolestivostí. Vyskytuje se převážně v oblasti trupu. [46] [47]

##### Červenka (*erysiploid*)

Červenka je bakteriální infekce kůže způsobená bakterií *Erysipelothrix rhusiopathiae*, která se přenáší zvířaty, zejména prasaty. Proto je považována za nemoc, kterou trpí chovatelé vepřů, také veterináři, řezníci apod. Název vznikl podle jednoho z příznaků, červeného exantému na kůži. *Erysipelothrix rhusiopathiae* je grampozitivní a nesporulující bakterie ve tvaru tyčinky. Toto onemocnění se vyskytovalo především v minulosti, nyní jeho výskyt klesá z důvodu technologického pokroku v oblasti živočišné výroby. [48]

##### Lymeská borrelióza

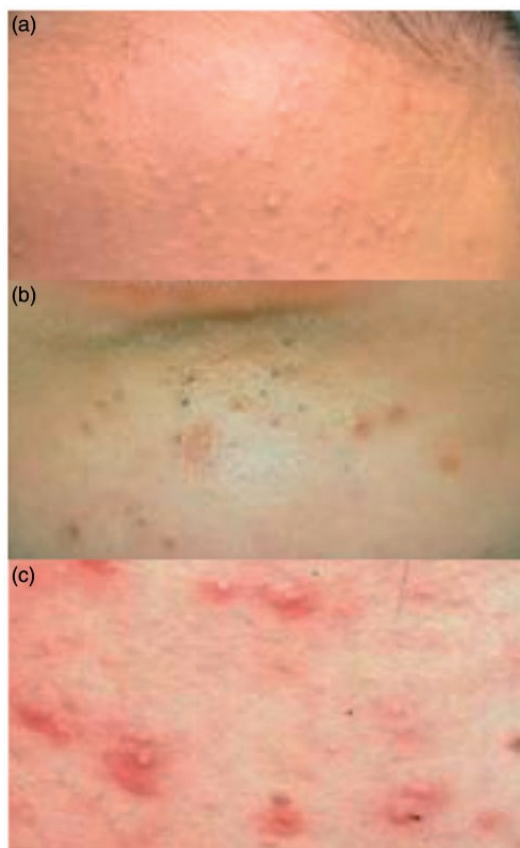
Pro toto onemocnění je charakteristickým příznakem migrující erytém, který doprovází časná stádium lymeské borreliózy. Původcem tohoto onemocnění je bakterie ze skupiny spirochet, *Borrelia burgdorferi*. Přenašečem onemocnění jsou klíšťata. Borrelióza postihuje kůži, nervový systém, pohybový aparát a jiné orgány. Včasné odstranění klíštěte chrání před infekcí, k přenosu bakterií dochází obvykle až po jednom až dvou dnech od přisátí. Tato nemoc zahrnuje tři stádia, přičemž první stádium je klinicky manifestováno typickým erytémem v místě přisátí klíštěte (erythema migrans). Druhé stádium zahrnuje neurologické příznaky, postiženy mohou být i svaly, klouby nebo srdce, a ve třetím stádiu se na kůži objevuje acrodermatitis chronica atrophicans (degenerace podkoží). [46] [47]

### Akné (*Acne vulgaris*)

*Acne vulgaris*, označované jako akné, je běžné chronické kožní onemocnění, který postihuje většinu populace během dospívání. Je charakterizováno proměnlivou kombinací komedonů, pustul, zánětů a jizev. Způsobuje zvýšenou tvorbu kožního mazu a tím přispívá k vývoji komedonů. V komedonech jsou přítomny komenzální bakterie *Propionibacterium acnes* a enzymy, které způsobují zánět. Tento zánět může být mírný nebo těžký, což vede k tvorbě hnisu uvnitř pilosebaceózní jednotky. Následně vznikají pustuly, které se mohou dále vyvinout až do cyst a uzlin. [49]

Komedony se liší v závislosti na tom, zda jsou otevřené nebo uzavřené. Zavřený komedon se vytváří při produkci kožního mazu a zachycuje se uvnitř pilosebaceózní jednotky těsně pod povrchem kůže (Obr. 9 a). Otevřené komedony mají podobu černých teček a nejsou pokryty kožním mazem a mají styk s kyslíkem (Obr. 9 b). Závažné akné je charakterizováno pustuly (Obr. 9 c), chronickým zánětem a tvorbou cyst a uzlin. Proces zánětu a infekce může vést k bolesti, podráždění a výskyt jizev. [49]

Závažnost akné se třídí podle nejslabší formy od jedné až po čtyři, nejsilnější. Posouzení závažnosti se určuje na základě rozsahu zánětu. Onemocnění často postihuje tvář, krk, záda a hrud'. [49]



Obr. 9: (a) Zavřené komedony, (b)  
otevřené komedony, (c) pustuly  
[49]

### Růžovka (*rosacea*)

*Rosacea* je chronické onemocnění charakterizované tvorbou erytému, papul, pustul apod. Je jedním z nejčastějších kožních onemocnění, avšak patogeneze zůstává stále nejasná. Mikroorganismy, které jsou spojovány s růžovkou se nazývají *Helicobacter pylori*, *Staphylococcus epidermidis*, *Chlamydia pneumonia*. a roztoč trdník tukový Toto onemocnění postihuje především dospělé ve věku třiceti až šedesáti let, ženy jsou častěji touto nemocí postiženy. [50]

Má různé fáze, první fází přechodné zarudnutí kůže, které se později rozšiřuje na tvářích. V pozdějším průběhu nastává hyperplazie pojivových tkání a mazových žláz. Rozšiřuje se do oblasti krku, hrudníku, zad a pokožky hlavy. Klinické příznaky se podobají akné, ale růžovka není primárně folikulární onemocnění a nemá komedony. [50]

### Atopická dermatitida

Je chronické recidivující, zánětlivé a svědivé kožní onemocnění, které je doprovázeno charakteristickým vzhledem kožních lézí (znázorněno na Obr. 10). Atopická dermatitida je spojena s geneticky danými poruchami struktury a funkce epidermální bariéry, poruchami vrozené a adaptivní imunity, okolním prostředím a infekčními faktory. Může ji také ovlivnit řada mikroorganismů (*Staphylococcus aureus*, druhy *Malassezia spp.*, *Candida spp.*, *Herpes simplex virus*). [51]

Podle mnoha studií bývá z povrchu kůže u pacientů s atopickou dermatitidou izolován *Staphylococcus aureus*. [51] Nedávné studie prokázaly, že kolonizace bakteriemi rodu *Staphylococcus* nastává kvůli poklesu sekrece antimikrobních peptidů patřících do skupiny dermicidinů v potu. Exotoxiny a lipázy produkované stafylokoky způsobují podráždění a ohrožují tak fyziologický stav kůže. [17]

Pacienti s atopickou dermatitidou jsou vysoce náchylní na bakteriální, plísňové a virové infekce. Celá řada studií potvrzuje existenci vztahu mezi počtem bakterií přítomných na kůži a závažností onemocnění u pacientů trpících atopickou dermatitidou. [52]

Onemocnění je charakteristické narušením kožní bariéry, zvýšením transepidermální ztráty vody, snížením množství epidermálních lipidů a vyšším pH pokožky, které je u atopiků mírně alkalické. Všechny tyto faktory zvyšují pravděpodobnost bakteriální kolonizace. [52]



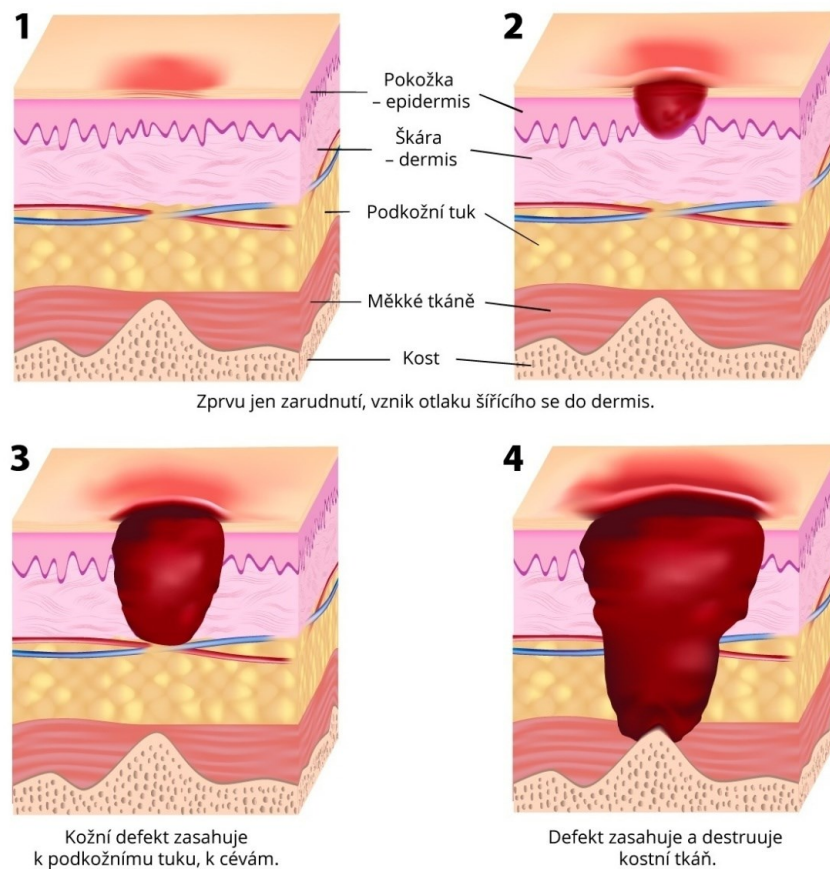
Obr. 10: postižení kůže atopickou dermatitidou [53]

#### 4.2.2 Sekundární infekce kožních lézí

##### Proleženiny (*decubitus*)

Proleženiny postihují desítky tisíc pacientů a jsou zapříčiněny vnějšími faktory (tlak, tření, vlhkost) a vnitřními faktory (horečka, podvýživa, anémie). Dochází ke stlačení drobných cévek v kůži a především v tkáních uložených pod kůží. Buňky jsou pak nedostatečně zásobovány a postupně dochází k ulceraci a nekróze kůže. Typické rizikové oblasti pro vznik dekubitů jsou při poloze vleže na zádech, vleže na boku a při poloze vleže na břiše. [54]

Proleženiny zahrnují několik fází, které jsou znázorněny na Obr. 11. První fází je zarudnutí místa. V druhé fázi následuje zduření a možnost povrchově poškození kůže. Třetí fází je otevřená rána, která postupuje do okolí - zvrhodovatění kůže (ulcerace). Čtvrtou fází je vřed rozšířen do podkoží a do svalů (otok, zduření, zanícení) a v poslední fázi je nekróza neboli odumření tkáně. [55]



Obr. 11: Stádia proleženin při dlouhodobém tlaku [55]

#### Opuzeniny (*intertrigo*)

Opruzení je kožní onemocnění vyvolané převážně mechanickými vlivy. Vzniká třením kůže o kůži. Způsobuje zarudnutí pokožky kolem záhybů, často některými bělavými skvrnami. Velmi často dochází k sekundární bakteriální nebo kvasinkové infekci. V případě sekundární infekce kandidou můžou být v záhybu trhliny, které mohou mít bílý povlak. Oblast může být i vlhká působením potu. V místě zarudnutí, komenzální bakterie zahajují aktivní růst v *stratum corneum* a způsobuje tím načervenalé léze. Výsledkem podráždění kůže dochází ke kožní invazi mikroorganismů z vnějšího okolí. *Intertrigo* je většinou napadáno dermatofyty a kvasinkami, méně často bakteriemi.[56] [57]

#### Bércový vřed (*ulcus cruris*)

Bércový vřed je ztráta kožní substance zasahující různě hluboko do podkožních tkání. Jedná se o chronickou žilní nedostatečnost. Bércové vředy se rozdělují na tepenné a žilní. Mikroorganismy napadají otevřenou ránu vředu a po pár dnech vzniká v okolí červený otok, který se dále rozšiřuje. Je nezbytné rychlé nasazení antibiotik, jinak hrozí rychlé rozšíření infekce do celého organismu. [58]

### 4.2.3 Kožní projevy systémových bakteriálních infekcí

#### Spála (*skarlatina*)

Spála je infekční onemocnění způsobené streptokoky skupiny A (*Streptococcus pyogenes*) běžně vyskytujícími se na kůži nebo v krku. Je charakterizována vyrážkou, kterou obvykle doprovází bolest v krku se zarudlými tvářemi. Nejčastěji postihuje děti předškolního a školního věku. [59]

První příznaky často zahrnují bolest v krku, hlavy, doprovázená horečkou, nevolností a zvracení. Po 12-48 hodinách se objevuje charakteristická jemná červená vyrážka, která se často objevuje na hrudníku a rychle se rozšiřuje po celém těle. Dítě mívá často otoky v oblasti krku, blednutí kolem úst, olupování pokožky na špičkách prstů, pociťuje únavu. [59]

#### Syndrom toxického šoku (TSS)

Jedná se o velice nebezpečný stav, který souvisí s účinkem toxinu produkovaného bakterií *Staphylococcus aureus* nebo *Streptococcus pyogenes*. Syndrom se projevuje typickými příznaky šokového stavu, jako jsou: horečka, malátnost, gastrointestinální příznaky,

zmateností apod. TSS je klasicky spojen s erythrodermií, tedy difuzním zánětem, který se šíří do končetin (včetně dlaní a chodidel), spojivkovou hyperemii a červeným jazykem. Deskvamace pokožky se vyskytuje jeden až dva týdny po nástupu onemocnění. Selhání základních životních funkcí vede bez léčby k poruše vědomí a ke smrti. [60]

### Syfilis

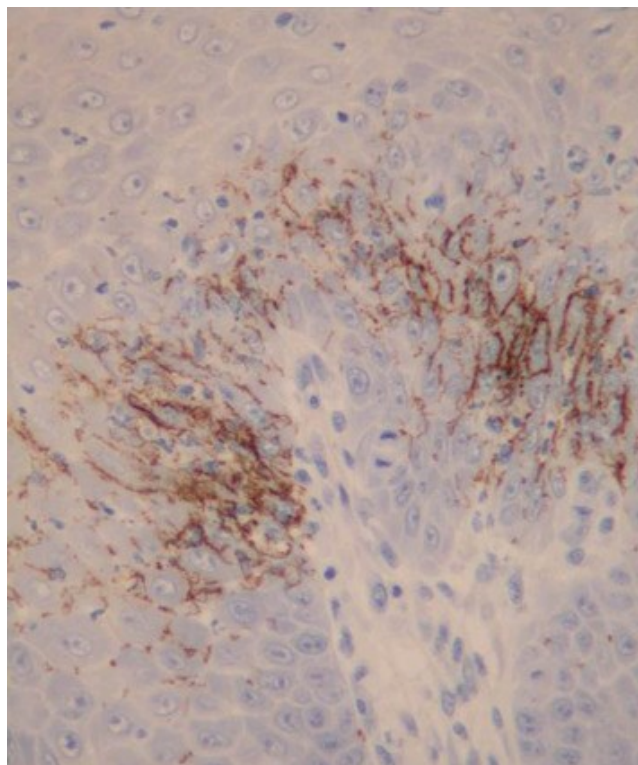
Je chronická bakteriální infekce způsobená spirochetou *Treponema pallidum*. Jedná se o pohlavně přenosnou infekci s několika stádii, z nichž každé má své typické symptomy. Bez léčení může vést k nevratným neurologickým nebo kardiovaskulárním komplikacím. [61]

V Severní Americe a západní Evropě se výskyt syfilis dramaticky zvýšil u homosexuálů, zvláště u těch, kteří mají HIV (virus lidské imunitní nedostatečnosti). Rozšiřuje se především přímým kontaktem s lézemi nebo přenosem krve. [61]

Vzhledem k pomalému růstu *Treponema pallidum* je inkubační doba přibližně tři týdny od doby inokulace až po vznik primárních lézí v místě inokulace. Probíhá ve třech stádiích.

Prvním příznakem nemoci je vznik rudého tvrdého nebolestivého vředu, který se objeví přibližně za tři týdny od sexuálního styku v místech, kde bakterie pronikla do organismu. O několik dní později dojde ke zduření lymfatických uzlin. Vřed během měsíce až šesti týdnů vymizí. Ve druhé fázi infekce prostupuje mízní cestou do uzlin a šíří se do celého těla (Obr. 12). Objevuje se symptomatická vyrážka v okolí trupu a v ústech. Přibližně po dvou letech všechny projevy mizí a nemoc přechází do latentní fáze. V poslední fázi se náhle přeruší latentní stádium a bakterie začne destruovat kosti, nervovou tkáň apod. K vyléčení syfilis se aplikují antibiotika. [61]





*Obr. 12: Vzhled papule kůže během druhé fáze syfilis [62]*

## ZÁVĚR

Bakteriální flóra je nezbytně nutná pro udržení zdraví a normální funkci lidského organismu. Mikroflóra zdravé lidské kůže je tvořena rozmanitými druhy mikroorganismů. Některé z nich jsou trvale přítomny na povrchu kůže. Důležitým parametrem je rovnováha mezi hostitelem a rezidentními nebo tranzientními mikroorganismy. Pokud nastane změna této rovnováhy, je pak narušena funkce kožní bariéry a na základě této nestability mohou nastat chronická kožní onemocnění, jako je atopická dermatitida, psoriáza, akné a mnoho dalších onemocnění. Způsob přežití mikroorganismů v relativně nehostinném prostředí kůže závisí na mnoha různých faktorech, ať už jsou to fyziologické faktory, teplota, vlhkost, osobní hygiena nebo způsob stravování.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] DYLEVSKÝ, I. Funkční anatomie. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 532 s. ISBN 978-80-247-3240-4.
- [2] NOVOTNÝ, I. a M. HRUŠKA. Biologie člověka: [pro gymnázia]. 4., rozš. a upr. vyd. Praha: Fortuna, 2007, 239 s. ISBN 978-80-7373-007-9.
- [3] ŠTORK, J. Dermatovenerologie. 1. vyd. Praha: Galén ;, Karolinum, c2008, 502 s. ISBN 978-80-7262-371-6.
- [4] FREINKEL, R. K. a D. WOODLEY. The biology of the skin. New York: Parthenon Pub. Group, 2001. ISBN 9781850700067.
- [5] JIRÁSKOVÁ, M. Dermatovenerologie: učební texty pro bakaláře. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2003, 223 s. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. ISBN 80-246-0636-4.
- [6] JULÁK, J. Úvod do lékařské bakteriologie. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2006, 404 s. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. ISBN 80-246-1270-4.
- [7] VOTAVA, M. Lékařská mikrobiologie obecná. 2., přeprac. vyd. Brno: Neptun, 2005, 351 s. ISBN 80-86850-00-5.
- [8] MONTAGNA, W. a P. F. PARAKKAL. The structure and function of skin. 3d ed. New York: Academic Press, 1974. ISBN 0125052634.
- [9] DRÉNO, B; ARAVIISKAIA, E; BERARDESCA, E; GONTIJO, G; SANCHEZ VIERA, M; XIANG, L.F; MARTIN, R; BIEBER, T. Microbiome in Healthy Skin, Update for Dermatologists. Journal of the European Academy of Dermatology and Venerology. 2016, vol. 30, no. 12 s. 2038-2047. ISSN:0926-9959.
- [10] GRICE, E. A. a J. A. SEGRE. The skin microbiome. Nature Reviews Microbiology [online]. 2011, vol. 9, no. 4, s. 244-53. ISSN 17401526.
- [11] GRICE EA, KONG HH, CONLAN S, DEMING CB, D. J, Young AC; NISC Comparative Sequencing Program, BOUFFARD GG, BLAKESLEY RW, MURRAY PR, Green ED, Turner ML, Segre JA.: Topographical and temporal diversity of the human skin microbiome. Science. 2009 May 29;324(5931):1190-2. doi: 10.1126/science.1171700.
- [12] Structure, function and diversity of the healthy human microbiome. Nature [online]. 2012, vol. 486, no. 7402, s. 207-14. ISSN 00280836.

- [13] SANMIGUEL, A. a E. A. GRICE. Interactions between host factors and the skin microbiome. *Cellular and Molecular Life Sciences* [online]. 2015, vol. 72, no. 8, s. 1499-1515. ISSN 1420-682X.
- [14] JACQUES, M., V. ARAGON a Y. D. N. TREMBLAY. Biofilmformation in bacterial pathogens of veterinary importance. *Animal Health Research Reviews* [online]. 2010, vol. 11, no. 2, s. 97-121. ISSN 14662523.
- [15] SUN, F. et al. Biofilm-associated infections: antibiotic resistance and novel therapeutic strategies. *Future Microbiology* [online]. 2013, vol. 8, no. 7, s. 877-86. ISSN 1746-0913.
- [16] In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Biofilm>.
- [17] DEKIO, I.; SAKAMOTO, M.; HAYASHI, H.; AMAGAI, M.; SUEMATSU, M.; BENNO, Y.. Characterization of Skin Microbiota in Patients with Atopic Dermatitis and in Normal Subjects Using 16S rRNA Gene-based Comprehensive Analysis. *Journal of Medical Microbiology*. 2007, vol. 56, no. 12 s. 1675-1683. ISSN:0022-2615.
- [18] URSELL, L. K. et al. The interpersonal and intrapersonal diversity of human-associated microbiota in key body sites. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* [online]. 2012, vol. 129, no. 5, s. 1204-8. ISSN 00916749.
- [19] Bek-Thomsen M., Lomholt H.B., Kilian, M. Acne is not associated with yet-uncultured bacteria. *J Clin Microbiol* 2008: 46:3355-3360.
- [20] *Cosmetic microbiology: a practical approach*. 2nd ed. New York: Taylor & Francis, 2006. ISBN 9780849314537.
- [21] HAMPLOVÁ, L.. Mikrobiologie, imunologie, epidemiologie, hygiena pro bakalářské studium a všechny typy zdravotnických škol. V Praze: S. Juhaňák - Triton, 2015. ISBN 9788073879341.
- [22] CAPONE, K. A. et al. Diversity of the Human Skin Microbiome Early in Life. *The Journal of Investigative Dermatology* [online]. 2011, vol. 131, no. 10, s. 2026-32. ISSN 0022202X.

- [23] GÖPFERTO VÁ, D. a K. DOHNAL. Mikrobiologie, imunologie, epidemiologie, hygiena: pro střední a vyšší odborné zdravotnické školy. Vyd. 2. Praha: Triton, 1999. ISBN 8072540491.
- [24] BOJAR, R.A; HOLLAND, K.T. Review: The Human Cutaneous Microflora and Factors Controlling Colonisation. World Journal of Microbiology and Biotechnology. 2002, vol. 18, no. 9 s. 889-903. ISSN:0959-3993.
- [25] MAĎAR, R., R. PODSTATOVÁ aj. ŘEHOŘOVÁ. Prevence nozokomiálních nákaz v klinické praxi. Vyd. 1. Praha: Grada, 2006, 178 s. ISBN 80-247-1673-9.
- [26] GÖPFERTO VÁ, D. Mikrobiologie, imunologie, epidemiologie, hygiena: pro střední a vyšší odborné zdravotnické školy. 3. dopl. vyd. Praha: Triton, 2002. ISBN 8072542230.
- [27] SEDLÁČEK, I. Taxonomie prokaryot. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2007, 270 s. ISBN 978-80-210-4207-0.
- [28] Sci-news. In: Sci-news.com [online]. Nature, c2011-2017 [cit. 2017-03-15]. Dostupné z: <http://www.sci-news.com/medicine/science-antibiotics-methicillin-resistant-staphylococcus-aureus-01548.html>
- [29] ORTH, D. S. Cosmetic and drugmicrobiology. New York: InformaHealthcare, c2006, xviii, 375 s. Cosmetic science and technology. ISBN 0-8493-7266-6.
- [30] Microbewiki. In: Microbewiki.kenyon.edu [online]. [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: [https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/File:Propionibacterium\\_acnes.jpg](https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/File:Propionibacterium_acnes.jpg)
- [31] TANG, Y.; SUSSMAN, M.; LIU, D.; POXTON, I.; SCHWARTZMAN, J. MolecularMedicalMicrobiology 2002. ISBN: 0126775303
- [32] LIU, D. Molecular detection of human bacterial pathogens. April 18, 2011. Boca Raton, FL: Taylor & Francis/CRC Press, c2011. ISBN 9781439812389.
- [33] GALLO, R. L. a T. NAKATSUJI. Microbial Symbiosis with the Innate Immune Defense System of the Skin. The Journal of Investigative Dermatology [online]. 2011, vol. 131, no. 10, s. 1974-80. ISSN 0022202X.
- [34] KOZIEL, J. a J. POTEMPA. Protease-armed bacteria in the skin. Cell and Tissue Research [online]. 2013, vol. 351, no. 2, s. 325-37. ISSN 0302766X.
- [35] SCHARSCHMIDT, T. C a M. A FISCHBACH. What lives on our skin. Drug Discovery Today: Disease Mechanisms [online]. Elsevier B.V, 2013, 10(3-4), e83-e89 [cit. 2017-04-07]. DOI: 10.1016/j.ddmec.2012.12.003. ISSN 17406765.

- [36] GOERING, R.V., H. M. DOCKRELL, M. A. ZUCKERMAN a P. L. CHIODINI, JULÁK, J., ed. *Mimsova lékařská mikrobiologie*. 5. vydání. Přeložil J. BOBEK, přeložil R. ČERMÁKOVÁ, přeložil K. HOLADA, přeložil Z. MĚLKOVÁ, přeložil T. MOŠKO, přeložil J. NOVÁK, přeložil L. PROKEŠOVÁ, přeložil J. SUCHANOVÁ. Praha: Stanislav Juhaňák - Triton, 2016. ISBN 9788073879280.
- [37] DEURENBERG, R H; STOBBERINGH, E. E. The Evolution of *Staphylococcus Aureus*. *Infection, Genetics and Evolution*. 2008, vol. 8, no. 6 s. 747-763. ISSN:1567-1348.
- [38] KRISHNA, S.; MILLER, L. Innate and Adaptive Immune Response-s Against *Staphylococcus Aureus* Skin Infections. *Seminars in Immunopathology*. 2012, vol. 34, no. 2 s. 261-280. ISSN:1863-2297.
- [39] HAMADA, S; KAWABATA, S; NAKAGAWA, I. Molecular and Genomic Characterization of Pathogenic Traits of Group A *Streptococcus Pyogenes*. *Proceedings of the Japan Academy, Series B*. 2015, vol. 91, no. 10 s. 539-559. ISSN:0386-2208.
- [40] IBRAHIM, J; EISEN, JA; JOSPIN, G; COIL, DA; KHAZEN, G; TOKAJIAN, S. Genome Analysis of *Streptococcus Pyogenes* Associated with Pharyngitis and Skin Infections. *PLOS ONE*. 2016, vol. 11, no. 12 s. e0168177-e0168122. ISSN:1932-6203.
- [41] BIDET, P; BONACORSI, S. *Streptococcus Pyogenes* Pathogenic Factors. *Archives De Pediatrie*. 2014, vol. 21 s. S54-S61. ISSN:0929-693X.
- [42] BREIDENSTEIN, E.B.M; DE LA FUENTE-NÚÑEZ, C.; HANCOCK, R.E.W. *Pseudomonas Aeruginosa*: All Roads Lead to Resistance. *Trends in Microbiology*. 2011, vol. 19, no. 8 s. 419-426. ISSN:0966-842X.
- [43] VIEIRA, A; SILVA, Y; CUNHA, Â; GOMES, N; ACKERMANN, H.-W; ALMEIDA, A. Phage Therapy to Control Multidrug-resistant *Pseudomonas Aeruginosa* Skin Infections: In Vitro and Ex Vivo Experiments. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*. 2012, vol. 31, no. 11 s. 3241-3249. ISSN:0934-9723.
- [44] PERRY, A.L; LAMBERT, P.A. *Propionibacterium Acnes*. *Letters in Applied Microbiology*. 2006, vol. 42, no. 3 s. 185-188. ISSN:0266-8254.

- [45] ALEXEYEV, O.A a A.C JAHNS. Sampling and detection of skin Propionibacterium acnes. Anaerobe [online]. ElsevierSci, 2012, 18(5), 479-483 [cit. 2017-04-07]. DOI: 10.1016/j.anaerobe.2012.07.001. ISSN 10759964.
- [46] NIEDNER, R. a Y. ADLER. Kožní choroby: obrazový atlas. Vyd. 2. V Praze: Triton, 2010, 407 s. Lékařské repetitorium. ISBN 978-80-7387-206-9. Dostupné také z: [http://toc.nkp.cz/NKC/201104/contents/nkc20102121900\\_1.pdf](http://toc.nkp.cz/NKC/201104/contents/nkc20102121900_1.pdf)
- [47] ROZSYPAL, H., M. HOLUB a M. KOSÁKOVÁ. Infekční nemoci ve standardní a intenzivní péči. Praha: Karolinum, 2013, 386 s., viii s. obr. příl. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. ISBN 978-80-246-2197-5.
- [48] VERALDI, S; GIRGENTI, V; GIANOTTI, R. Erysipeloid. Clinical & Experimental Dermatology. 2009, vol. 34, no. 8 s. e605-e607. ISSN:0307-6938.
- [49] SHREWSBURY, D. Acne vulgaris. InnovAiT [online]. SAGE Publications, 2015, 8(11), 645-672 [cit. 2017-04-20]. DOI: 10.1177/1755738015605130. ISSN 17557380.
- [50] GAUWERKY, K; KLOVEKORN, W; KORTING, HC; LEHMANN, P; MEIGEL, EM; REINEL, D; RUZICKA, T; SCHALLER, M; SCHOFER, H; TIETZE, J. Rosacea. Journal Der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft. 2009, vol. 7, no. 11 s. 996-1003. ISSN:1610-0379.
- [51] PASTUSZKA, M. et al. Microorganisms in the etiopathogenesis of atopic dermatitis. Postepy Dermatologii i Alergologii [online]. 2012, vol. 29, no. 3, s. 215. ISSN 1642395X.
- [52] BAKER, Barbara S. The Role of Microorganisms in Atopic Dermatitis. Clinical & Experimental Immunology. 2006, vol. 144, no. 1 s. 1-9. ISSN:0009-9104.
- [53] Ekzém. In: Medixa.org [online]. Medixa, ©2017 [cit. 2017-05-4]. Dostupné z: <http://cs.medixa.org/priznaky/ekzem>
- [54] BANSAL, Ch.; SCOTT, R.; STEWART, D.; COCKERELL, C. J. Decubitus Ulcers: A Review of the Literature. International Journal of Dermatology. 2005, vol. 44, no. 10 s. 805-810. ISSN:0011-9059.
- [55] Proleženiny. In: Symptomy [online]. Brno: Syntetic, 2017 [cit. 2017-05-4]. Dostupné z: <http://www.symptomy.cz/nemoc/prolezeniny>
- [56] VERHEIJ, T.J.M; A.K, Neven; EEKHOF, J.A.H. Intertrigo. Practice Nurse. 2009, vol. 38, no. 217. ISSN:0953-6612.

- [57] KAYA, Tamer Irfan; DELIALIOGLU, Nuran; YAZICI, Ayca Cordan; TURSEN, Umit; IKIZOGLU, Guliz. Medical Pearl: Blue Underpants Sign—A Diagnostic Clue for *Pseudomonas Aeruginosa* Intertrigo of the Groin. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2005, vol. 53, no. 5 s. 869-871. ISSN:0190-9622.
- [58] WOLLINA, U; UNGER, L; STELZNER, C; MACHETANZ, J; SCHELLONG, S. Ulcus Cruris. *Der Internist*. 2013, vol. 54, no. 111323. ISSN:0020-9554
- [59] ScarletFever. *Nursing Standard (RoyalCollegeofNursing (Great Britain))* : 1987). 2016, vol. 30, no. 3517. ISSN:0029-6570.
- [60] BURNHAM, Jason; KOLLEF, Marin. Understanding Toxic Shock Syndrome. *Intensive Care Medicine*. 2015, vol. 41, no. 9 s. 1707-1710. ISSN:0342-4642.
- [61] HOOK, EW. Syphilis. *LANCET*. 2017, vol. 389, no. 10078 s. 1550-1557. ISSN:0140-6736.
- [62] DUPIN, N. Syphilis. *La Revue De Médecine Interne*. 2016, vol. 37, no. 11 s. 735-742. ISSN:0248-8663.
- [63] DOMINGUEZ-BELLO, M. G., E. K. COSTELLO, M. CONTRERAS, M. MAGRIS, G. HIDALGO, N. FIERER a R. KNIGHT. Delivery mode shapes the acquisition and structure of the initial microbiota across multiple body habitats in newborns. *Proceedings of the National Academy of Sciences [online]*. 2010, 107(26), 11971-11975 [cit. 2017-05-17]. DOI: 10.1073/pnas.1002601107. ISSN 0027-8424. Dostupné z: <http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1002601107>
- [64] GAO, Z., C.-h. TSENG, Z. PEI a M. J. BLASER. Molecular analysis of human forearm superficial skin bacterial biota. *Proceedings of the National Academy of Sciences [online]*. 2007, 104(8), 2927-2932 [cit. 2017-05-17]. DOI: 10.1073/pnas.0607077104. ISSN 0027-8424. Dostupné z: <http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0607077104>



**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

pH	Vodíkový exponent
RNA	Ribonukleová kyselina
rRNA	Ribozomální RNA
NaCl	Chlorid sodný
ESP	Exkrečně-sekreční produkt
AMP	Antimikrobiální peptidy

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obr. 1: Stavba kůže [3]</i> .....	12
<i>Obr. 2: Hodnoty pH na různých lokalitách těla u zdravého jedince [9]</i> .....	16
<i>Obr. 3: Struktura biofilmu Staphylococcus aureus [16]</i> .....	19
<i>Obr. 4: Interpersonální variace kožního mikrobiomu. Zastoupení různých skupin mikroorganismů na různých lokalitách u čtyřech zdravých dobrovolníků (HV) [10]</i> .....	23
<i>Obr. 5: Schéma osídlení kůže mikroorganismy [10]</i> .....	26
<i>Obr. 6: Malassezia spp. izolovaná z lidské kůže [24]</i> .....	27
<i>Obr. 7: Staphylococcus aureus [28]</i> .....	28
<i>Obr. 8: Propionibacterium acnes [30]</i> .....	29
<i>Obr. 9: (a) Zavřené komedony, (b) otevřené komedony, (c) pustuly [49]</i> .....	36
<i>Obr. 10: postižení kůže atopickou dermatitidou [53]</i> .....	37
<i>Obr. 11: Stádia proleženin při dlouhodobém tlaku [55]</i> .....	38
<i>Obr. 12: Vzhled papule kůže během druhé fáze syfilis [62]</i> .....	41